

软土地区复杂条件下超大深基坑变形监测研究

徐然

北京新兴环宇信息科技有限公司

DOI:10.12238/btr.v8i1.4597

[摘要] 随着城市化进程加速,软土地区大型建筑工程不断涌现,超大深基坑施工面临复杂地质与周边环境,变形监测至关重要。本文针对软土地区复杂条件下的超大深基坑变形监测展开研究,结合实际工程案例,采用数值模拟与现场监测相结合的方法,分析了基坑施工过程中围护结构和周边土体的变形规律。研究表明,基坑变形受多种因素影响。通过变形监测与数据分析,提出了优化基坑设计和施工的建议,为类似工程提供参考。

[关键词] 软土地区; 超大深基坑; 变形监测; 数值模拟; 施工优化

中图分类号: TV551.4 文献标识码: A

Study on deformation monitoring of super-large deep foundation pit under complex conditions in soft soil area

Ran Xu

Beijing Xinxing Huanyu Information Technology Co., LTD.

[Abstract] With the acceleration of urbanization, large-scale construction projects continue to emerge in soft soil areas. The construction of super-large deep foundation pit is faced with complex geology and surrounding environment, and deformation monitoring is very important. In this paper, the deformation monitoring of super-large deep foundation pit under complex conditions in soft soil area is studied. Combined with practical engineering cases, the deformation laws of the envelope structure and surrounding soil are analyzed by combining numerical simulation and on-site monitoring. The results show that the deformation of foundation pit is affected by many factors. Based on deformation monitoring and data analysis, suggestions for optimization of foundation pit design and construction are put forward to provide reference for similar projects.

[Key words] soft soil area; Super deep foundation pit; Deformation monitoring; Numerical simulation; Construction optimization

引言

在城市化进程不断加快的背景下,软土地区工程建设越来越多,而深基坑工程是城市基础设施建设中的一项重要内容,其所面临的地质条件以及施工环境都比较复杂。软土地区的基坑在施工中容易产生变形的问题,给周围环境及工程安全带来了威胁。所以对超大深基坑进行变形监测的研究具有一定的理论意义与实际意义。

1 软土地区复杂条件下超大深基坑变形监测的特点

软土地区高含水量,高压缩性,低强度及低透水性的特殊地质条件使超大深基坑施工面临许多挑战,在复杂情况下,例如周围有密集建筑物、重要地下管线和交通要道时,超大深基坑变形监测表现出了一系列特有的特点^[1]。

影响变形的因素复杂多变,是一个显著特点。软土的力学性质从根本上影响着基坑变形,高压缩性使基坑开挖时土体容易

发生大幅度压缩变形,软土流变特性又使变形随着时间而不断发展。地下水状况同样十分关键,软土地区地下水位普遍偏高,基坑开挖将使地下水渗流场发生变化,从而使土体浮托力发生变化,有效应力发生变化,继而使基坑发生变形。周边环境因素也不容忽视,邻近建筑物荷载传递、地下管线渗漏、交通振动,均可叠加作用于基坑变形。如与基坑相邻的高层建筑物将引起地基土应力分布变化,加大基坑支护结构侧向压力并促使基坑变形较大。对监测精度的要求极高,超大深基坑在发生大变形时,会诱发周围建筑物裂缝、地下管线断裂等严重后果,带来重大经济损失与社会影响。所以变形监测精度要求比一般工程要高得多。水平位移监测精度通常需达到毫米级,垂直沉降监测精度甚至要求达到亚毫米级。在对某些重要市政工程基坑进行监测时,需要将水平位移的监测误差限制在 $\pm 3\text{mm}$ 范围内,而将垂直沉降的监测误差限制于 $\pm 1\text{mm}$ 范围内,为了保证能及时、准确地捕捉

基坑微小变形情况,为工程决策提供了可靠的依据。

监测频率较高,时间较长,基坑开挖是个动态的过程,土体应力随开挖深度和开挖时间不断进行调整,基坑变形不断发生改变。在软土区域,由于土壤变形的时效性,需要在基坑开挖的各个关键阶段,例如每层土方的开挖前后、支撑的施加前后等,进行频繁的监测。在基坑挖掘的初始阶段,有可能每隔2-3天进行一次监测;随着挖掘深度的逐渐加深,特别是当接近预定的设计深度时,监测的频次可能会增加到每天1-2次。并且,监测工作既贯穿于基坑开挖施工的始终,又需要对基坑支护结构建成后一段时间进行连续监测来观测土体后期的变形和稳定状况,其监测周期可达几个月乃至几年。监测的内容是综合的、相互联系的。软土地区特大深基坑的变形监测涉及诸多方面,主要有基坑支护结构水平位移与垂直沉降、支撑轴力以及土体深层水平位移等、地下水位变化、周围建筑物及地下管线发生形变等等。这些监测内容并不是孤立的,之间是互相联系和互相影响的。所以在进行监测时,要对各种监测数据进行全面分析,充分了解基坑及其周围环境变形状态。

2 软土地区复杂条件下超大深基坑变形监测方法

2.1 监测点的布置方式

监测点布置是否合理,是保证变形监测数据是否准确、高效的关键,对软土地区超大深基坑进行监测时,要根据基坑形状、大小、周围环境及地质条件,对监测点位置及个数进行科学的规划^[2]。对基坑支护结构而言,围护墙体的顶部应沿基坑四周间隔设置水平位移、垂直沉降等监测点,通常间隔10-20m。对关键部位如基坑拐角处和支撑节点等监测点进行适当加密,以便更加精确地捕捉到结构变形情况。在墙体的深部,需要安装测斜管来监测土壤的深层水平移动,通常测斜管的间隔是20-30m,并确保测斜管的底部能够深入到稳定的土层中。

对支撑结构而言,每道支撑中点,与围护结构连接点等关键位置都要设置轴力监测点。可以使用应变计或者轴力计对其进行监控,通过检测支撑应变或者轴力的变化来了解支撑结构受力情况。在周围环境监测中,对与基坑相邻的建筑物要在其角点、中点及变形敏感部位布设沉降及倾斜监测点。监测点布置要能够体现建筑物整体变形,通常每幢建筑物至少要有三个监测点。对地下管线而言,要在其节点、转弯处及邻近基坑处布置沉降及位移监测点,以保证及时发现其变形。



图1 监测点布置

2.2 常规仪器监测的重点

常规仪器对于软土地区超大深基坑的变形监测仍然起着至

关重要的作用,监测重点关系到监测数据是否可靠^[3]。水准仪在垂直沉降监测中应用广泛,当水准仪投入使用后,要保证其精度符合要求,并经常校准检查。测量时应严格遵守操作规程,确保视线水平并减小观测误差。水准路线要尽可能选在平稳地面,切忌穿越软土区域,以防地面沉降引起测量误差。同时应注意前、后视距相等才能消除i角误差对测量结果的影响。观测时,需要进行记录,其中包括观测时间、观测点编号和读数,为之后的数据分析提供依据。

利用全站仪监测水平位移。采用全站仪监测时应首先合理地选择测站的方位,保证测站通视良好,不受施工干扰,测量前应准确地对中及整平全站仪,并设定测量参数。在进行观测时,应重视观测角度、距离等测量精度,并采取多次测量取平均值等措施来提高测量数据精度。同时定期检校全站仪以保证仪器各项指标达到要求,压力计对支撑轴力进行监控,压力计安装过程中应保证与支撑结构的紧密配合和精确的安装位置。压力计量程要根据配套设计轴力进行合理选取,以免量程太小,而造成测量数据失真或者量程太大,影响测量精度。监控期间,压力计应定期校准与维修,以确保测量精度。

2.3 卫星定位的监测使用

像全球定位系统(GPS)这样的卫星定位监测技术,在软土地区的超大深基坑变形监测方面展现出了其特有的优越性。该技术可实现监测点实时动态监控,不受通视条件约束,可快速得到监测点三维坐标信息。

对超大深基坑进行监测时,必须先将基准站布设于基坑周围稳定范围内,基准站必须有较好的接收卫星信号的条件并且不受施工干扰,将GPS接收机设置于监测点处,利用接收到的卫星信号求解监测点坐标。为了提高监测精度,可以应用差分GPS技术对基准站与监测站观测资料进行差分处理,以消除卫星轨道误差和电离层延迟的影响。卫星定位监测能实时地反映监测点位移变化,监测数据可通过无线传输技术向监控中心实时发送。基坑开挖期间,监测点位移变化大于预设预警值,该系统能及时报警,给施工人员提供了采取相关措施的时机。以某大范围软土地区基坑工程为例,利用卫星定位监测,基坑某侧监测点水平位移在短期内出现剧烈上升,施工方适时采取强化支护措施,避免了基坑坍塌事故。卫星定位监测应用于软土地区超大深基坑的监测具有全天候、高精度和自动化的特点,其优越性得到了充分的体现,是在多颗卫星信号的辅助下准确地解算出监测点的三维坐标。实际运行时,首先在距离施工干扰较远且地基稳定地区建立基准站,不断接收卫星信号并提供基准数据。监测点再布放体积小、重量轻的接收机,并利用差分技术进行误差消除,得到的坐标数据被实时传送到监控平台。类似于城市地铁特大基坑施工中,通过卫星定位监测可以有效地监控散布于不同地区的监测点,从而为施工安全把控工作提供关键数据支持。

2.4 光纤传感监测技术

光纤传感监测技术作为一项新的监测技术已逐步应用于软土地区超大深基坑的变形监测工作,是利用光纤传输特性把

外界物理量变化转换成光信号变化,来达到监测结构变形和应力的目的。

利用光纤应变传感器可以对基坑支护结构进行应变监测,并由实测应变推断出结构受力状态,利用光纤位移传感器可以对基坑水平位移、垂直沉降等进行监测。光纤传感监测技术相对于传统的监测仪器具有灵敏度更高、抗干扰能力更强和可以分布式测量的优势。

光纤传感监测技术应用中首先应选择适当的光纤传感器,以满足监测的需要,安装光纤传感器应确保与监测对象耦合密切,以免安装时损坏光纤。监测时,利用光纤光栅解调仪采集并分析光信号,得到监测参数变化情况,该光纤传感监测系统能够实现基坑长时间、实时监测,并为基坑安全评价提供精确数据支撑。光纤传感监测技术是根据光信号的传输特性来实现基坑的全方位监测。巧妙地将光纤传感器嵌入或粘贴于基坑支护结构中、土体中,随着结构或者土体的变形和力的变化,光纤中的光信号也会相应发生变化。利用专业解调设备可以准确地分析光信号的变化,并获得应变、位移和温度的信息。该技术具有较强的抗电磁干扰能力,可以进行分布式测量,以实现超长、超大基坑的持续监测。以大型水利工程中的超大深基坑为例,光纤传感技术可以沿基坑周围及深层土体进行布设,充分掌握基坑的状态,确保工程的平稳运行。

3 软土地区复杂条件下超大深基坑变形监测效果

采用科学、合理的变形监测方法对软土地区复杂情况下的超大深基坑进行变形监测效果显著。准确、及时地进行变形监测,对基坑施工安全起到强有力的保证作用。基坑开挖时,实时分析监测数据可以及时发现基坑支护结构与周围环境之间存在的非正常变形。在监测数据超出预警值后,施工方可立即采取强化支护、调整开挖顺序和控制开挖速度等相应措施,从而有效地避免基坑坍塌和周围建筑物破坏等安全事故。某软土地基地铁车站基坑建设过程中,变形监测显示基坑南侧墙水平位移增长

速度过快,趋近于预警值,建设单位随即停止该区土方开挖并增设临时支撑,以保证基坑建设安全。

变形监测数据是基坑工程设计的重要基础,对监测数据进行深入分析可验证基坑支护结构设计是否合理,并评价设计参数是否符合实际。从监测结果来看,该设计单位可为后续同类项目设计提供优化依据,并提高其可靠性与经济性。如对几个软土地区特大深基坑的变形监测资料进行了统计分析,结果表明:原设计没有充分考虑软土的流变特性,致使基坑在后期出现较大的变形。设计单位在随后的工程设计中调整计算参数并强化考虑土体流变的影响,使得基坑支护结构的设计更为合理。再者,变形监测有利于完善软土地区基坑工程施工技术,对基坑在不同施工阶段进行变形监测,可分析出不同施工工艺对于基坑变形产生的作用。如比较不同土方开挖方式、支撑施加时间及先后顺序对基坑变形影响程度,施工单位可从中吸取经验教训并优化施工工艺,以减小基坑变形。

4 结束语

文章对软土地区某超大深基坑在复杂情况下的变形进行监测与研究,以揭示基坑施工期变形主要特点及影响因素,对变形控制措施进行有效性分析并给出优化建议。研究成果可为同类项目提供技术支撑,确保深基坑安全经济。

[参考文献]

- [1]余成华,周建雄.基于施工全过程的深圳某深基坑工程监测分析[J].科技和产业,2021,21(09):342-348.
- [2]郭鹏飞,马林,刘德港.深基坑监测中自动化监测系统可靠性分析[J].建筑技术开发,2021,48(17):154-155.
- [3]李彦朋.地铁站深基坑施工实施第三方监测的技术与管理研究[J].绿色环保建材,2021,(08):76-77.

作者简介:

徐然(1985—),男,汉族,北京人,本科,助理工程师,主要从事基坑监测相关研究。